



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Физический факультет

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3

Процессия гироскопа.

Практикум выполнил:

Мамонтов

Владислав Эдуардович

Курс 1, группа 1

Преподаватель практикума:

Юлия Владимировна Красни-
кова

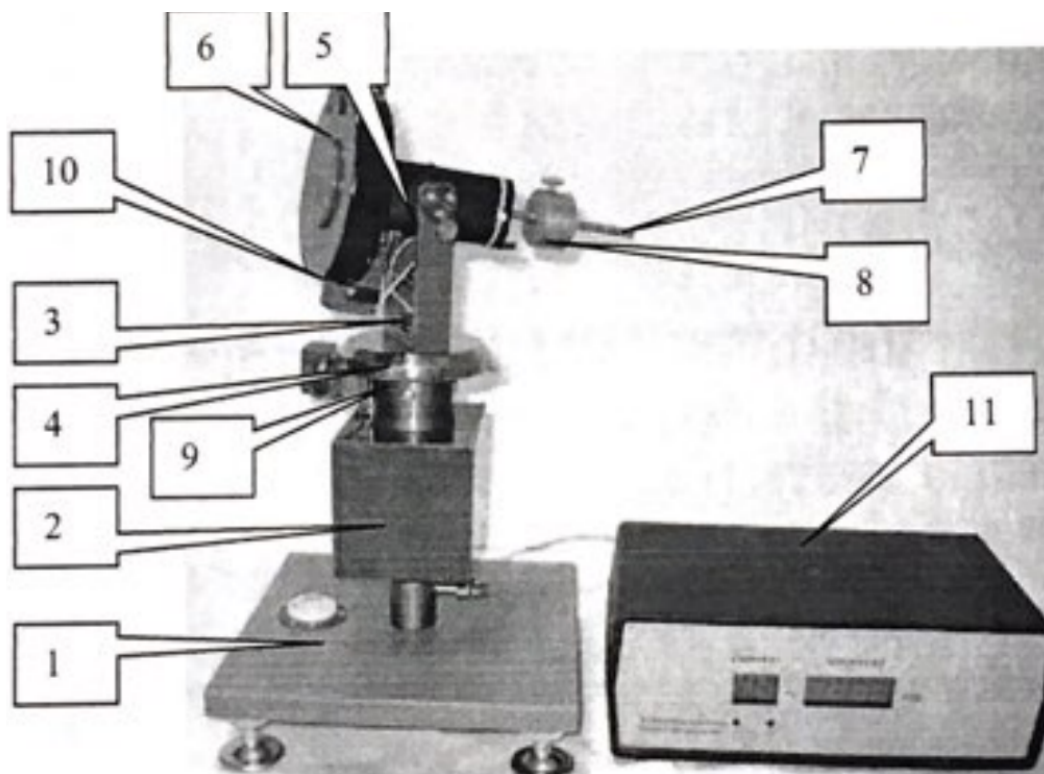
14 ноября 2020г.

Содержание

1. Оборудование	3
2. Необходимые формулы	3
3. Ход работы и вычисления	4
3.1. Первая зависимость	4
3.2. Вторая зависимость	5
4. Оценка погрешности	6
5. Вывод	6

1. Оборудование

- 1) Комплект лабораторный базовый "Физика - механика ФМ 1Гироскоп"ФМ-18



- 2) Штангенциркуль.

2. Необходимые формулы

$$\vec{M} = \frac{d\vec{L}}{dt}, \quad (1)$$

$$\vec{M} = \vec{\Omega}_P \times \vec{L}, \quad (2)$$

$$\vec{L}\omega = mgr, \quad (3)$$

$$I\omega\Omega = mgr; \quad (4)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (5)$$

$$\Delta x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \quad (6)$$

$$\Delta y = \frac{dy(x)}{dx} \Delta x \quad (7)$$

3. Ход работы и вычисления

3.1. Первая зависимость

1) Найдем положение грузика, в котором плечо силы тяжести системы гироскопа и грузика равно нулю. Для этого включим гироскоп и начнем двигать грузик, добиваясь отсутствия прецессии. Выключим гироскоп и штангенциркулем замерим расстояние от конца.

$$l_0 = 4,79 \text{ см}$$

2) Отодвинем немного грузик от положения равновесия и снимем зависимость частоты прецессии от расстояния до этого положения равновесия при постоянной частоте вращения гироскопа. Исходя из теории, график должен представлять из себя прямую с наклонным коэффициентом $\frac{mg}{L}$

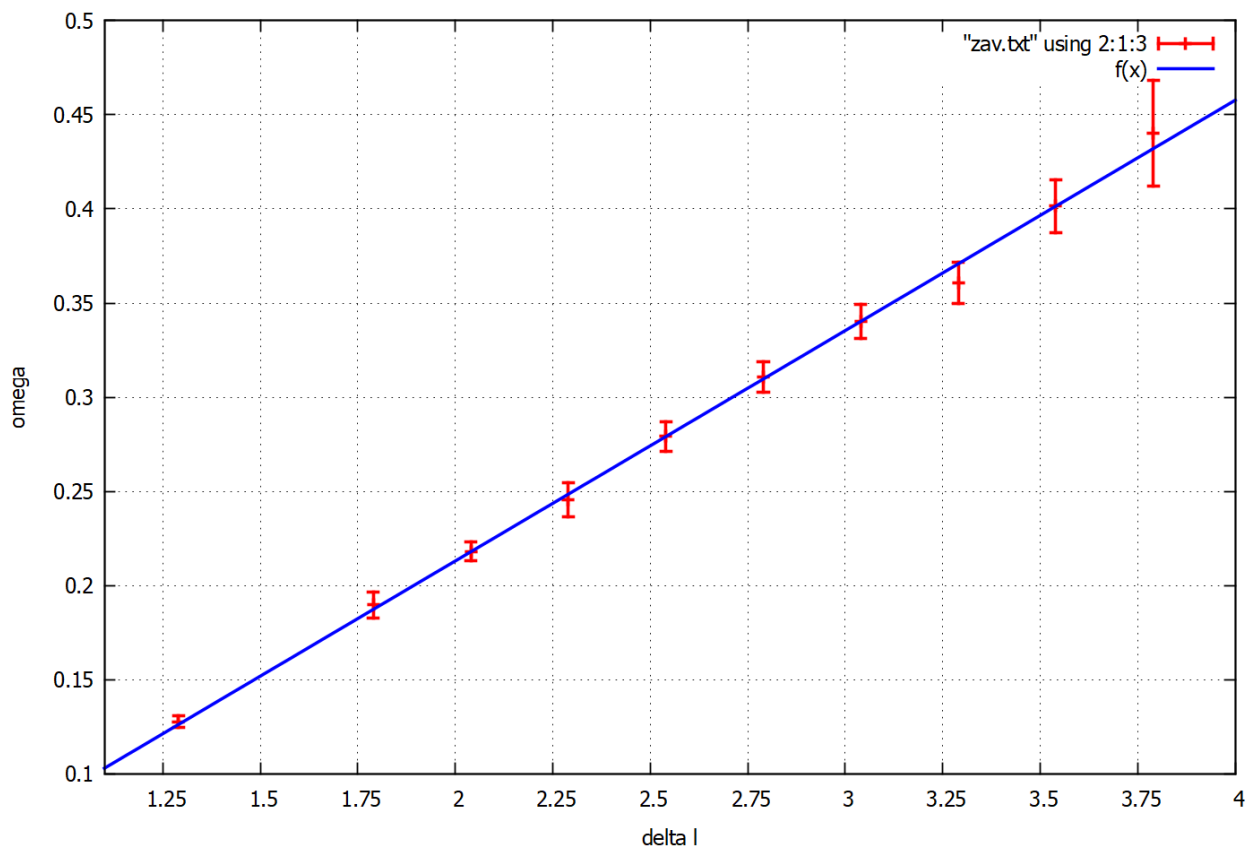


Рис. 1. График зависимости $\omega(\Delta l)$ при $\Omega = 68 \cdot 2\pi$

Подгоночная кривая имеет коэффициент наклона $k = 12 \pm 3$

$$\frac{mg}{I\Omega} = k \Rightarrow I = \frac{mg}{k\Omega} = \frac{0,3 \cdot 9,81}{12 \cdot 68 \cdot 2\pi} = 0,57 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2 \quad (8)$$

3.2. Вторая зависимость

1) Теперь зафиксируем грузик на определенном расстоянии от точки равновесия гироскопа, и снимем зависимость частоты прецессии от частоты вращения гироскопа, для этого раскрутим его до максимума, а потом начнем убавлять двигатель и снимать зависимость. Тогда теоретическая зависимость:

$$\Omega = \frac{n}{\omega}$$

$$n = \frac{mgr}{I}$$

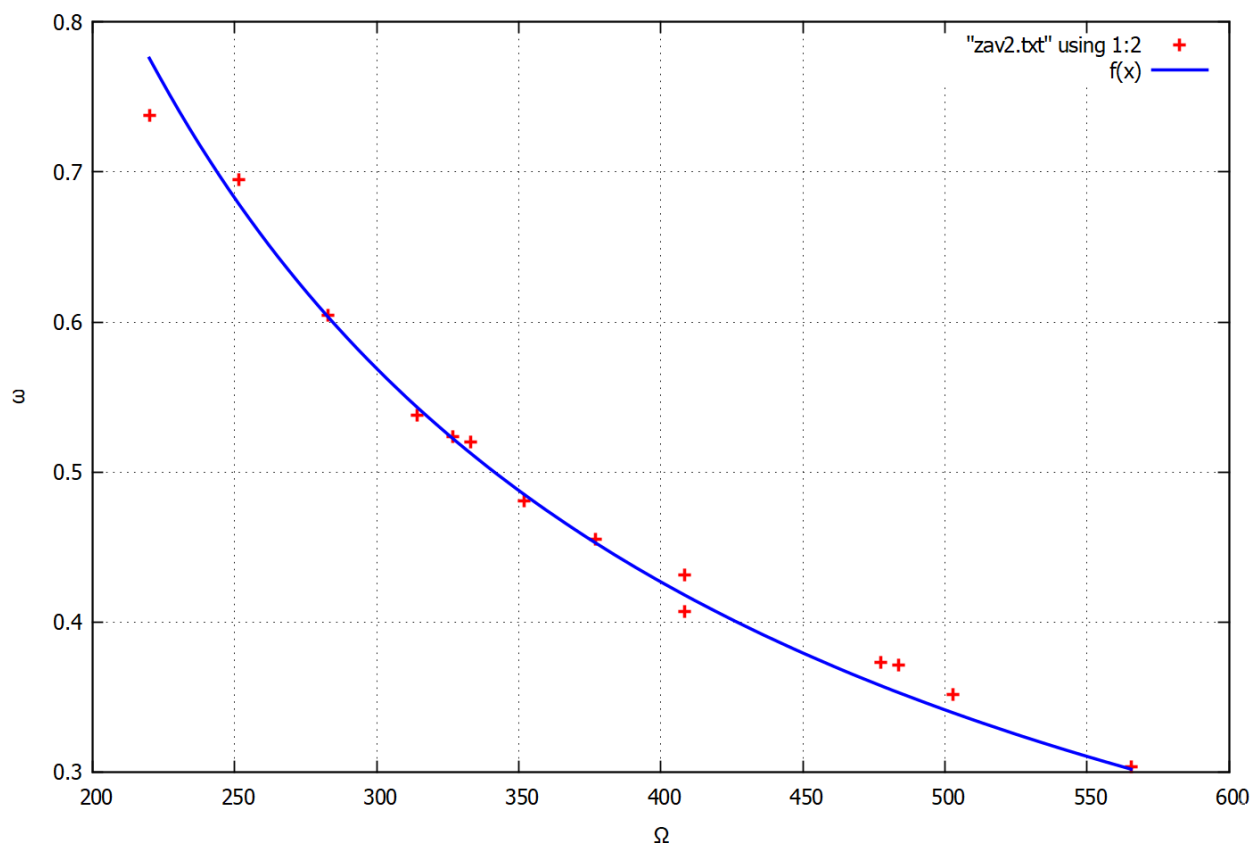


Рис. 2. График зависимости $\omega(\Omega)$ при $\Delta l = 1,98\text{см}$

В зависимости $n = 1071 \pm 8$

$$n = \frac{mgr}{I} \Rightarrow I = \frac{mgr}{n} = \frac{0,3 \cdot 9,81 \cdot 0,0198}{1071} = 0,54 \cdot 10^{-3} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \quad (9)$$

4. Оценка погрешности

Для данных прямого измерения я посчитал дисперсию случайной величины, и выкинул все точки, которые не лежали в отрезке 3σ от среднего значения величины. Далее это итеративно повторялось и остались только достоверные точки. Я посчитал кресты погрешности для каждой точки, исходя из этого, график выдал мне угловой коэффициент и сказал его погрешность. Далее воспользуемся формулой погрешности косвенного измерения (7);

$$\Delta I_1 = \frac{mg}{\Omega \cdot 2\pi} \cdot \frac{1}{k^2} \cdot \Delta k = \frac{0.3 \cdot 9,81 \cdot 3}{65 \cdot 12^2 \cdot 2\pi} = 0,1 \cdot 10^{-3} kg \cdot m^2 \quad (10)$$

$$\Delta I_2 = \frac{mgr}{n^2} \cdot \Delta n = \frac{0.3 \cdot 9,81 \cdot 0.0198 \cdot 8}{1071^2} = 0,4 \cdot 10^{-5} kg \cdot m^2 \quad (11)$$

5. Вывод

Если оценить момент инерции диска, получится значение достаточно отличающееся от экспериментального. Такое могло произойти от того, что мы не учитывали силу трения в оси гироскопа и в самом гироскопе. Но это не значит, что значение полученного момента инерции в корне неправильное, просто если мы оценим теоретически момент инерции данной системы, мы получим значение, которое не будет работать в реальной жизни, а на деле мы получили эффективный момент инерции маховика, который предсказывает его движение.

Обоими способами получился достаточно похожий момент инерции, однако второй способ значительно более точный, судя по погрешности.